

**PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM OKSIDA (Al_2O_3)
DARI BAUKSIT DAN NATRIUM HIDROKSIDA
KAPASITAS 450.000 TON/TAHUN
(Prarancang *Reactor* (RE-201))**

(Skripsi)

**Oleh
PAVITA SALSABILA
(1415041047)**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRACT

PRE-DESIGN OF ALUMINIUM OXIDE (Al_2O_3) FROM BAUXITE AND SODIUM HYDROXIDE CAPACITY 450.000 TONS/YEAR (Reactor Design (RE-201))

By
PAVITA SALSABILA

Aluminium Oxide or Alumina (Al_2O_3) plants use raw material Bauxite. Alumina is an intermediate product that can be further processed in various chemical industries such as the aluminum metal industry and the ceramic industry. Raw materials used are 135.049,51 kg/hr Bauxite and 4.439,43 kg/hr Sodium Hydroxide, by using Bayer method.

The location of plant is planned to be established in Tayan Sub-district, Sanggau City, Province of West Kalimantan, based of some consideration due to the raw material reources, transportation, and marketing area. The production capacity of plant is planned to 450.000 tons/year of Aluminium Oxide (Al_2O_3) with operation time 24 hour/day, 330 day/year. The bussines entity is Limited Liability Company (Ltd) using line and staff organizational structure with 180 labors.

From the economic analysis, it is obtained that:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 2.465.728.667.000c
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 435.128.588.294
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 2.900.857.255.295
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 39,60 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 22,27 %
<i>Pay Out Time before</i>	(POT)	= 2,57 tahun
<i>Return on Investment</i>	(ROI)	= 24,58 %
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 31,18 %

By considering above, it is proper establishment of Aluminium Oxide (Al_2O_3) plant to studied further, due to plant profit and has good prospects future.

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM OKSIDA (Al_2O_3) DARI BAUKSIT DAN NATRIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 450.000 TON/TAHUN (Perancangan Reaktor (RE-201))

Oleh
PAVITA SALSABILA

Pabrik Aluminium Oksida atau Alumina (Al_2O_3) menggunakan bahan baku Bauksit. Alumina merupakan produk intermediat yang dapat diproses lebih lanjut pada berbagai industri kimia seperti industri logam aluminium dan industri keramik. Bahan baku yang digunakan adalah Bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 135.049,51 kg/jam dan Natrium Oksida (NaOH) 4.439,43 kg/jam dengan menggunakan metode Bayer.

Lokasi pabrik direncanakan akan didirikan di daerah Tayan, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat, dengan beberapa pertimbangan seperti sumber bahan baku, transportasi dan wilayah pemasaran. Pabrik ini direncanakan menghasilkan 450.000 ton/tahun Alumina, dengan waktu operasi 24 jam/hari, 330 hari/tahun. Badan Usaha Perseroan Terbatas (Persero) dengan struktur organisasi *line and staff* dengan 180 tenaga kerja.

Dari analisis ekonomi, diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 2.465.728.667.000c
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 435.128.588.294
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 2.900.857.255.295
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 39,60 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 22,27 %
<i>Pay Out Time before</i>	(POT)	= 2,57 tahun
<i>Return on Investment</i>	(ROI)	= 24,58 %
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 31,18 %

Dengan pertimbangan di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik Alumina ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai prospek yang baik.

**PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM OKSIDA (Al_2O_3)
DARI BAUKSIT DAN NATRIUM HIDROKSIDA
KAPASITAS 450.000 TON/TAHUN
(Prarancang *Reactor* (RE-201))**

Oleh
PAVITA SALSABILA
(1415041047)

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM
OKSIDA (Al_2O_3) DARI BAUKSIT DAN
NATRIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 450.000
TON/TAHUN
(Prarancangan *Reactor (RE-201)*)**

Nama Mahasiswa : **Pavita Salsabila**

No. Pokok Mahasiswa : 1415041047

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

Dr. Lillis Hermida, S.T., M. Sc.
NIP. 19690208 099703 2 001

Muhammad Haniff, S.T., M.T.
NIP.19810402 200912 1 002

2. Plt. Ketua Jurusan Teknik Kimia

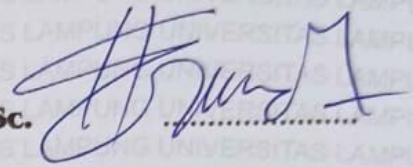
Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.
NIP. 197209281999031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

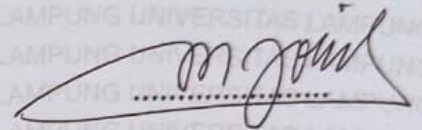
Ketua

: Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc.



Sekretaris

: Muhammad Hanif, S.T., M.T.

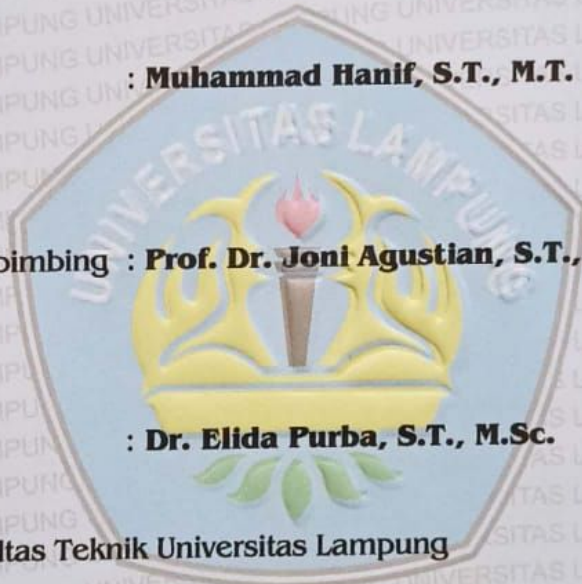
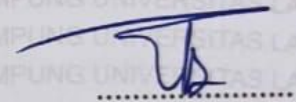


Penguji

Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc.



: Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN. Eng.

NIP. 196207171987031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 September 2021

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku

Bandarlampung, 08 Oktober 2021



Sbs

Pavita Salsabila

NPM.1415041047

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gisting tanggal 11 Januari 1996, anak kedua dari lima bersaudara, dari pasangan Bapak Edi Yanto dan Ibu Puji Hartini.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 1 Banding Agung pada tahun 2008, Madrasah Tsanawiyah Negeri 1 Bandar Lampung pada tahun 2011, dan Madrasah Aliyah Negeri 1 (Model) Bandar Lampung pada tahun 2014.

Pada bulan Agustus 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Ujian Mandiri Lokal (UML). Selama masa perkuliahan, penulis tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEMIA) Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai Staff Departemen Media Informasi periode 2015/2016 dan pada periode 2016/2017 menjabat sebagai Sekretaris Departemen Media Informasi.

Pada pertengahan bulan Juli sampai Agustus 2017, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Meraksa, Kecamatan Pulau Pangung, Kabupaten Tanggamus. Pada bulan Januari sampai Februari tahun 2018, penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT Dongjin Indonesia yang berlokasi di Jl. Anyer Km.121 Cilegon, Banten dengan Tugas Khusus “Kajian Kinerja Reaktor (T-101)

di *Hypo Plant*". Pada tahun 2018, penulis juga melakukan penelitian dengan judul "*Electrowinning* dari *Sludge* Elektrokoagulasi dari Limbah Cair Proses *Hydrometallurgy*". Dimana penelitian tersebut telah dipublikasikan pada tahun 2020.

Motto

*“Only Have One Life to Live, So You
Better Make The Best of It”*

~Pavita Salsabila~

*“Tidaklah seorang muslim berdo'a untuk saudaranya yang tidak
dihadapannya, maka malaikat yang ditugaskan berkata : “Aamiin dan
bagimu seperti yang kau do'akan”.*

(HR. Muslim)

Sebuah Karya

Dengan rasa syukur dan segala kerendahan hati, kupersembahkan karya ini kepada :

Allah S.W.T.

Atas Kehendak-Nya semua ini ada, atas Rahmat dan Ridho-Nya semua ini aku dapatkann, dan atas Kekuatan dari Nya aku bisa bertahan sejauh ini untuk dapat menyelesaikannya

Kedua Orang Tuaku

Atas dukungan moral dan material juga atas pengorbanan dan keikhlasan yang sudah tak terhitung jumlahnya, terima kasih atas do'a, kasih sayang selama ini, terima kasih sudah percaya dan menunggu aku hingga saat ini

Ini hanyalah karya kecilku yang tidak bisa dibandingkan dengan segala pengorbanan yang tidak pernah berakhir

Saudaraku

Terima kasih atas do'a, bantuan, dukungannya dan semangat yang diberikan selama ini

Tekkim 2014 dan Sahabat-sahabatku

Terima kasih telah banyak membantuku, menjadi penyemangatku, dan menjadi saksi dalam membuat karya ini. Semoga kita dapat kembali untuk menceritakan kisah sukses kita bersama nanti

*Civitas Akademisi Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung,
Terima kasih atas ilmu yang telah diberikan.*

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik Aluminium Oksida (Al_2O_3) dari Bauksit dan Natrium Hidroksida Kapasitas 450.000 Ton/Tahun” dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh derajat ke sarjanaan (Strata-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh bimbingan, dukungan, dan dorongan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T. selaku Plt Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Lilis Hermida, S.T. M.Sc., sebagai Dosen Pembimbing I atas segala ilmu, nasehat, motivasi, kesabaran, kritik dan saran, selama pengerjaan tugas akhir ini.

3. Bapak Muhammad Hanif, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing II atas segala ilmu, nasehat, motivasi, kritik dan saran selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji I Tugas Akhir, atas saran dan kritik yang membangun untuk memperbaiki tugas akhir.
5. Ibu Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji II Tugas Akhir, atas saran, kritik serta atas ilmu yang diberikan untuk memperbaiki tugas akhir.
6. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
7. Ayah dan Ibu yang tidak henti untuk terus berdoa, memberikan dukungan moral dan material, serta selalu bersabar menunggu putrinya menyelesaikan perkuliahan ini.
8. Kakak dan adik-adikku yang selalu membantu, memberikan semangat hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Mochammad Mara Sutan Harahap, yang selalu menjadi pendengar saat berkeluh kesah, selalu memberikan semangat, dukungan, dan bantuan dari awal perkuliahan hingga akhirnya dapat bersama-sama menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Dika Kameswara, terima kasih telah menjadi partner dan berjuang bersama hingga akhir. Terima kasih karena telah ikhlas memberikan banyak bantuan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
11. Sahabat Keluarga Sakinah ku Annisya Hutami, Gitri Devi Pratiwi, Romdliah Mar'atul Husnah, Syafira Eka Gestya, terima kasih sobat ks ku

telah memberikan dan membuat banyak cerita bersama selama berada di tekkim, tanpa kalian mungkin masa perkuliahan ku tidak akan berarti. Terima kasih juga karna selalu memberikan *support* dan masukan yang bermanfaat bagi penulis.

12. Romdliah Mar'atul Husnah, terima kasih untuk sobat pertama di tekkim, sobat yang dari awal sudah banyak penulis repotin, sobat ngebandel dari jaman ospek, partner kerja praktik di Cilegon dengan segala keriwahan drama kebanjiran dan ngeteng pulang pergi yang pastinya gabisa dilupain. Terima kasih banyak banget karna udah sabar menghadapi penulis yang kurang peka sama kamu, *love you*. Ghaly Ukta Pradana teman sedari awal ospek dan teman sepertebengan pulang dari kampus, Alam dan Puwala, teman penghuni rumah opa yang sering membantu untuk mengerjakan tugas akhir ini, terima kasih telah hadir sampai akhir.
13. Hani Nurrofifah, terima kasih kepada *roommate* selama 5 tahun, walaupun sudah menyelesaikan perjuangan S1 terlebih dahulu tapi banyak kenangan dan motivasi yang diberikan kepada penulis agar dapat segera menyelesaikan tugas akhir ini, semoga kita bisa nonton konser EXO bareng ya insya Allah. Rendika Oktavia Widiastuti, terima kasih kepada *homemate* cha cha cha selama 7 tahun yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
14. Teman-teman angkatan 2014, terima kasih telah memberikan semangat, dukungan, kekompakan dan kekeluargaannya. Tetap semangat untuk perjuangan mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia.

15. Kakak-kakak senior alumni dan adik-adik Teknik Kimia yang tidak bisa diseutkan satu persatu. Terimakasih atas bantuannya selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
16. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan sampai akhirnya dapat menenyam gelar Sarjana Teknik.
17. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all this time.*

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, Penulis sebagai manusia biasa menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Besar harapan penulis untuk kritik dan saran dari para pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dipergunakan dengan sebaik-baiknya oleh semua kalangan yang ingin belajar mengenai perancangan suatu pabrik kimia.

Bandar Lampung, Oktober 2021

Penulis,

Pavita Salsabila

DAFTAR ISI

COVER	i
ABSTRACT	ii
ABSTRAK	iii
COVER DALAM	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	x
PERSEMBAHAN	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Kegunaan Produk	4
1.3. Ketersediaan Bahan Baku	5
1.4. Perancangan Kapasitas Produksi.....	6
1.5. Lokasi Pabrik	10

BAB II PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES

2.1. Alumina.....	11
2.1.1. Proses Bayer.....	14
2.1.2. Proses <i>Acid – Clay</i>	17
2.2. Pemilihan Proses	20
2.3. Uraian Singkat.....	28

BAB III SPESIFIKASI BAHAN

3.1. Bahan Baku	32
3.1.1. Bauksit	32
3.1.2. Natrium Hidroksida.....	33
3.1.3. Air	34

3.2. Produk	34
3.2.1. Natrium Aluminat	34
3.2.2. Aluminium Oksida (Alumina)	35

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

4.1. Neraca Massa	37
4.2. Neraca Panas	45

BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES

5.1. Spesifikasi Peralatan Proses	51
5.2. Spesifikasi Peralatan Utilitas	85

BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH

6.1. Unit Penyedia Air.....	132
6.2. Unit Penyedia Steam	144
6.3. Unit Pembangkit Tenaga Listrik	145
6.4. Unit Penyedia Bahan Bakar	145
6.5. Unit Penyedia Udara Tekan	148
6.6. Unit Pengolahan Limbah.....	148
6.7. Unit Laboratorium.....	150
6.8. Instrumentasi dan Pengendalian Proses	154

BAB VII TATA LETAK PABRIK

7.1. Lokasi Pabrik	157
7.2. Tata Letak Pabrik	159
7.3. Tata Letak Peralatan Proses	164

BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN

8.1. Bentuk Perusahaan	165
8.2. Struktur Organisasi Perusahaan	170
8.3. Tugas dan Wewenang	173
8.4. Status Karyawan dan Sistem Penggajian	182
8.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan	184
8.6. Jumlah Tenaga Kerja.....	187
8.7. Kesejahteraan Karyawan.....	190
8.8. Manajemen Produksi.....	196

BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI

9.1. Investasi.....	201
9.2. Evaluasi Ekonomi	206
9.3. <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF).....	209

BAB X SIMPULAN DAN SARAN

10.1. Simpulan	211
10.2. Saran.....	212

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A NERACA MASSA

LAMPIRAN B NERACA PANAS

LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT PROSES

LAMPIRAN D PERHITUNGAN UTILITAS

LAMPIRAN E INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI

LAMPIRAN F TUGAS KHUSUS REAKTOR (RE-201)

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Impor Aluminium Oksida	6
1.2. Expor Aluminium Oksida	7
1.3. Data Kapasitas Produksi Alumina yang telah berdiri di Indonesia.....	8
2.1. Perbandingan Proses Pembuatan Aluminium Oksida.....	27
4.1. Neraca Massa pada <i>Mixing Tank</i> (MT-101)	37
4.2. Neraca Massa pada Reaktor (RE-201)	38
4.3. Massa Masuk <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	39
4.4. Neraca Massa pada <i>Precipitator</i> (PR-401)	40
4.5. Neraca Massa pada <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RDVF-501).....	41
4.6. Neraca Massa pada <i>Evaporator</i> (EV-501)	41
4.7. Neraca Massa Pada <i>Cyclone Preheater</i> (CP-601)	42
4.8. Neraca Massa pada <i>Rotary Kiln</i> (RK-601)	43
4.9. Neraca Massa pada <i>Rotary Cooler</i> (RC-601)	44
4.10. Neraca Energi pada <i>Mixing Tank</i> (MT-101).....	45

4.11. Neraca Energi pada <i>Heater</i> (HE-101).....	45
4.12. Neraca Energi pada <i>Rotary Heater</i> (RH-101).....	46
4.13. Neraca Energi pada Reaktor (RE-201)	46
4.14. Neraca Energi pada <i>Cooler</i> (CO-301).....	47
4.15. Neraca Energi pada <i>Precipitator</i> (PR-401).....	47
4.16. Neraca Energi pada <i>Rotary Drum Vacum Filter</i> (RDVF-501)	48
4.17. Neraca Energi pada <i>Evaporator effect 1</i> (EV-501).....	48
4.18. Neraca Energi pada <i>Evaporator effect 2</i> (EV-501).....	49
4.19. Neraca Energi pada <i>Rotary Kiln</i> (RK-601).....	49
4.20. Neraca Energi pada <i>Cyclone Preheater</i> (CP-601)	50
4.21. Neraca Energi pada <i>Rotary Cooler</i> (RC-601).....	50
5.1.1. Spesifikasi Hopper NaOH (HP-101).....	51
5.1.2. Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> (MT-101).....	52
5.1.3. Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-101).....	53
5.1.4. Spesifikasi <i>Ball Mill</i> (BM-101).....	54
5.1.5. Spesifikasi <i>Hopper</i> Bauksit (HP-201).....	55
5.1.6. Spesifikasi Reaktor (RE –201).....	56
5.2.7. Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-301)	57
5.1.8. Spesifikasi <i>Centrifuge</i> (CF-301)	58

5.1.9. Spesifikasi <i>Hopper</i> (HP-401).....	58
5.1.10. Spesifikasi <i>Precipitator</i> (PR-401).....	59
5.1.11. Spesifikasi <i>Evaporator effect 1</i> (EV-501)	60
5.1.12. Spesifikasi <i>Evaporator effect 2</i> (EV-501)	61
5.1.13. Spesifikasi <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RDVF-501)	62
5.1.14. Spesifikasi Siklon Preheater (CP-601).....	63
5.1.15. Spesifikasi Rotary Kiln (RK-601).....	64
5.1.16. Spesifikasi <i>Rotary Cooler</i> (RC-601).....	65
5.1.17. Spesifikasi <i>Ball Mill</i> (BM-601).....	66
5.1.18. <i>Storage Alumina</i> (S-601)	67
5.1.19. Spesifikasi <i>Rotary Heater</i> (RH-101).....	68
5.1.20. Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-101).....	69
5.1.21. Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-102).....	70
5.1.22. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-101)	71
5.1.23. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-102)	72
5.1.24. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-501)	73
5.1.25. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-601)	74
5.1.26. Spesifikasi <i>Apron Conveyor</i> (AC-601)	75
5.1.27. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-201)	76

5.1.28. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-501)	76
5.1.29. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-601)	77
5.1.30. Spesifikasi Pompa Proses (PP-101)	78
5.1.31. Spesifikasi Pompa Proses (PP-201)	79
5.1.32. Spesifikasi Pompa Proses (PP-301)	80
5.1.33. Spesifikasi Pompa Proses (PP-302)	81
5.1.34. Spesifikasi Pompa Proses (PP-401)	82
5.1.35. Spesifikasi Pompa Proses (PP-501)	83
5.1.36. Spesifikasi Pompa Proses (PP-502)	84
5.2.1. Spesifikasi Bak Sedimentasi (BS-201).....	85
5.2.2. Spesifikasi <i>Stotage Tank</i> Alum (PF-201).....	86
5.2.3. Spesifikasi Tangki Soda Kaustik (ST – 202)	87
5.2.4. Spesifikasi <i>Stotage Tank</i> Kaporit (PF-203).....	88
5.2.5. Spesifikasi <i>Clarifier</i> (CL – 201)	89
5.2.6. Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF- 204).....	90
5.2.7. Spesifikasi Tangki Air Filter (ST-204)	91
5.2.8. Spesifikasi Tangki H ₂ SO ₄ (ST-205).....	92
5.2.9. Spesifikasi Tangki Dispersant (ST-206)	93
5.2.10. Spesifikasi Tangki Inhibitor (ST-207).....	94

5.2.11. Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-201)	95
5.2.12. Spesifikasi Tangki Air Demin (ST-208)	96
5.2.13. Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (CE-201)	97
5.2.14. Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE-201)	98
5.2.15. Spesifikasi Tangki Hidrazin (ST-209).....	99
5.2.16. Spesifikasi <i>Deaerator</i> (DA-201)	100
5.2.17. Spesifikasi Pompa Utilitas 1 (PU-201)	101
5.2.18. Spesifikasi Pompa Utilitas 2 (PU-202)	102
5.2.19. Spesifikasi Pompa Utilitas 3 (PU-203)	103
5.2.20. Spesifikasi Pompa Utilitas 4 (PU-204)	104
5.2.21. Spesifikasi Pompa Utilitas 5 (PU-205)	105
5.2.22. Spesifikasi Pompa Utilitas 6 (PU-206)	106
5.2.23. Spesifikasi Pompa Utilitas 7 (PU-207)	107
5.2.24. Spesifikasi Pompa Utilitas 8 (PU-208)	108
5.2.25. Spesifikasi Pompa Utilitas 9 (PU-209)	109
5.2.26. Spesifikasi Pompa Utilitas 10 (PU-210)	110
5.2.27. Spesifikasi Pompa Utilitas 11 (PU-211)	111
5.2.28. Spesifikasi Pompa Utilitas 12 (PU-212)	112
5.2.29. Spesifikasi Pompa Utilitas 13 (PU-213)	113

5.2.30. Spesifikasi Pompa Utilitas 14 (PU-214)	114
5.2.31. Spesifikasi Pompa Utilitas 15 (PU-215)	115
5.2.32. Spesifikasi Pompa Utilitas 16 (PU-216)	116
5.2.33. Spesifikasi Pompa Utilitas 17 (PU-217)	117
5.2.34. Spesifikasi Pompa Utilitas 18 (PU-218)	118
5.2.35. Spesifikasi Pompa Utilitas 19 (PU-219)	119
5.2.36 Spesifikasi <i>Boiler</i> (BO-201).....	120
5.2.37 Spesifikasi Tangki Bahan Bakar (ST-211)	121
5.2.38. Spesifikasi <i>Air Dryer</i> (AD – 301)	122
5.2.39. Spesifikasi Air Compressor (AC-301).....	122
5.2.40. Spesifikasi <i>Cyclone</i> (CY-301).....	123
5.2.41. Spesifikasi <i>Blower</i> 1 (BL – 301).....	123
5.2.42. Spesifikasi <i>Blower</i> 2 (BL – 302).....	124
5.2.43. Spesifikasi <i>Blower</i> 3 (BL – 303).....	124
5.2.44. Spesifikasi <i>Blower</i> 4 (BL – 304).....	125
5.2.45. Spesifikasi Generator Listrik (GS-401)	125
5.2.46. Spesifikasi <i>Storage</i> (S-601)	126
5.2.47 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-601).....	127
5.2.48. Spesifikasi <i>Ball Mills</i> (BM – 601)	128

5.2.49. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-101)	129
5.2.50. Spesifikasi <i>Solid Storage</i> (BN-601)	130
5.2.51. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-601)	130
5.2.52. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-101)	131
6.1. Kebutuhan Air Umum.....	135
6.2. Kebutuhan Air Pendingin.....	136
6.3. Kebutuhan Air Pembangkit <i>Steam</i>	139
6.4. Komposisi <i>Coal</i>	146
6.5. Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian	155
6.6. Pengendalian Variabel Utama Proses	156
8.1. Jadwal Kerja Masing-masing Regu	186
8.2. Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat	188
8.3. Penggolongan Jumlah Tenaga Kerja.....	189
9.1. <i>Total Capital Investment</i> (TCI) Pabrik Alumina	203
9.2. <i>Total Production Cost</i> (TPC) Pabrik Alumina.....	205
9.3. <i>Minimum Acceptable Persent Return on Investment</i>	206
9.4. <i>Acceptable Payout Time</i> untuk Tingkat Resiko Pabrik.....	207
9.5. Hasil Uji Kelayakan Ekonomi	210

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Kurva Regresi Linear Kebutuhan Impor Alumina di Indonesia	7
1.2. Kurva Regresi Linear Kebutuhan Ekspor Alumina di Indonesia.....	8
2.1. Struktur Kristal Mineral Korondum Alumina.....	12
2.2. Diagram Alir Proses Bayer	16
2.3. Diagram Alir Proses <i>Acid-Clay</i>	19
7.1. Peta Lokasi Pabrik.....	157
7.2. Tata Letak Pabrik	163
7.3. Tata Letak Alat Proses	166
8.1. Struktur organisasi perusahaan	172
9.1. Grafik Analisa Ekonomi	209
9.2. Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i> (Metode <i>Discounted Cash Flow</i>)	210

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia akan mengalami pembangunan besar-besaran dengan didasarkan pemindahan ibukota dari Jakarta ke Kalimantan Timur. Pembangunan ini membutuhkan banyak bahan-bahan konstruksi salah satunya aluminium. Aluminium dipilih karena memiliki sifat tidak mudah korosi, mudah dibentuk dan diproses, kuat maupun ringan, dan memiliki konduktivitas yang tinggi (Brandtzaeg, 2012). Aluminium merupakan logam yang dibuat dari peleburan aluminium oksida (alumina) yang terdapat pada bauksit. Bauksit merupakan sumber bahan baku dalam proses produksi pengolahan aluminium oksida.

Indonesia mempunyai sumber bauksit di Kalimantan Barat dan Pulau Bintan. Menurut Kementerian Perdagangan (2013), Indonesia tercatat menjadi negara produsen bauksit terbesar ke enam di dunia. Jumlah bauksit yang ada di Indonesia tercatat sekitar 726.585.010 ton bauksit, sedangkan cadangannya diperkirakan mencapai 179.503.546 ton (Pusat Survei Geologi tahun 2011).

Indonesia telah memiliki industri pengolahan aluminium dengan kapasitas 250.000 ton. Aluminium oksida (alumina) yang digunakan sebagai bahan baku aluminium diimpor dari Australia, India, dan Cina sebesar 500.000 ton, dengan harga 600 dolar AS per ton. Adapun bahan baku dari alumina sendiri yang di produksi oleh PT. Antam dan diekspor ke tiga negara tersebut dengan harga 35 dolar AS per ton (Kemenperin RI 2018).

Industri pengolahan aluminium oksida secara umum dibagi menjadi 2 jenis, yaitu *smelter grade alumina* dan *chemical grade alumina*. *Smelter grade alumina* mengolah aluminium oksida menjadi bahan industri aluminium, dan industri metalurgi lainnya. *Chemical grade alumina* mengolah aluminium oksida menjadi bahan kimia, seperti pigmen pelapis titania, *absorbent*, pengolahan air minum, dan katalis pada industri petrokimia. Hampir 90% dari seluruh produksi aluminium oksida di dunia digunakan untuk bahan baku *smelter grade alumina*, dan 10% lainnya digunakan untuk *chemical grade alumina*.

Dari uraian diatas dapat dilihat bahwa kegunaan aluminium oksida (alumina) sangat banyak, sedangkan pabrik domestik yang menghasilkan aluminium oksida sangat sedikit dan belum mampu untuk memenuhi kebutuhan didalam negeri. Sampai saat ini mayoritas industri-industri aluminium yang ada di Indonesia membuat kebijakan untuk memenuhi aluminium oksida dengan cara impor dari negara lain, diantaranya China, dan Australia. Oleh sebab itu, mengingat kebutuhan aluminium oksida yang terus meningkat dan ketergantungan terhadap impor, maka perlu didirikan lagi pabrik aluminium oksida di Indonesia.

Adapun faktor-faktor yang menjadi landasan pendirian pabrik aluminium oksida sebagai berikut:

1. Aluminium oksida sebagian besar digunakan dalam industri peleburan aluminium dan sisanya untuk specialty produk seperti refraktori, keramik, bahan pengisi (*filler*), katalis, bahan pemurnian, *polishing* dan abrasif. Saat ini pabrik yang ada di Indonesia belum mampu untuk memenuhi kebutuhan produksi dalam negeri dan sebagian besar mengimpor aluminium oksida dari Australia dan China. Pendirian pabrik aluminium oksida di Indonesia diharapkan dapat memenuhi kebutuhan aluminium oksida, khususnya untuk kebutuhan dalam negeri sehingga dapat menghemat devisa negara.
2. Terbitnya Undang-Undang No. 4 tahun 2009 dan Peraturan Menteri ESDM tentang nilai tambah mineral, maka ekspor dalam bentuk mentah tidak akan terjadi lagi dan akan meningkatkan daya saing aluminium oksida dan aluminium Indonesia di dunia, sehingga prospek perkembangan bauksit dan sumber daya mineral lainnya di masa mendatang akan lebih baik.
3. Pada tahun 2011, bauksit Indonesia tercatat sekitar 726.585.010 ton bijih, sedangkan cadangannya diperkirakan mencapai 179.503.546 ton. Pada tahun 2013 juga, Indonesia tercatat sebagai produsen bauksit ke-6 dunia dengan produksi sebesar 10,28 juta ton (Kementrian Perdagangan).
4. Dari segi sosial ekonomi, diharapkan dengan berdirinya pabrik ini, dapat menyerap tenaga kerja lokal dan secara tidak langsung dapat meningkatkan perekonomian masyarakat.

1.2 Kegunaan Produk

Aluminium oksida / Alumina (Al_2O_3) adalah senyawa kimia berbentuk padatan, berwarna putih, tidak berbau, tidak larut dalam pelarut air ataupun dietil eter dan etanol. Aluminium oksida merupakan bahan intermediate yang kegunaannya sangat bervariasi, dikarenakan sifatnya yang stabil, dan bahan bakunya melimpah dialam (Davis, 2010). Secara umum, kegunaan aluminium oksida dibagi kedalam 2 jenis:

1. *Smelter Grade Alumina*/Aluminium oksida untuk bahan metalurgi

Data menunjukkan lebih dari 90% produksi aluminium oksida aplikasi untuk pembuatan aluminium. Hal ini dikarenakan merubah bauksit menjadi Alumina adalah langkah awal dalam proses pembuatan Aluminium. Aluminium tersebut kemudian sebagian besar dipakai untuk bahan konstruksi bangunan dan dipakai dalam industri elektronik untuk komponen pasif seperti resistor, kapasitor dan interkoneksi.

2. *Chemical Grade Alumina*/Aluminium oksida untuk industri kimia

Meskipun produksi logam aluminium mengkonsumsi 90% dari semua aluminium oksida, penerapan aluminium oksida juga digunakan dalam industri kimia untuk pengisi, adsorben, katalis, keramik, komponen utama pembuatan kaca, dan refraktori. Refraktori diperlukan untuk melawan kompresi, erosi, dan serangan kimia lainnya. Aluminium oksida dalam industri kimia juga dapat digunakan sebagai bahan untuk mengurangi kehilangan panas pada suhu tinggi.

Selain itu, aluminium oksida juga digunakan untuk lapisan titanium oksida yang merupakan pigmen penting untuk cat, kertas, dan plastik untuk menghambat sifat katalitik. Produksi aluminium oksida untuk industri kimia hampir 8% dari produksi dunia (Hudson, 2002).

1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku sangat menunjang keberlangsungan proses produksi. Bahan baku utama untuk pembuatan aluminium oksida adalah bauksit dan NaOH. Menurut Kementerian Perdagangan (2013), Indonesia adalah negara produsen bauksit terbesar ke enam di dunia dan menurut Badan Geologi Kementerian ESDM (2016), Indonesia memiliki bauksit sebesar 1348 juta ton dan 586. Bauksit diperoleh dari PT. Antam Tbk yang di Sanggau (Kalimantan Barat) yang memiliki luasnya 36.410 Ha, dengan nilai bauksit sebesar 188,30 juta ton. PT. Antam Tbk memiliki produksi sebesar 1.000.000 ton/tahun (Kemenperin 2016). Dengan asumsi tingkat produksi tetap, maka umur tambang perusahaan ini sekitar 188 tahun. Artinya bahwa selama 188 tahun ke depan keberlangsungan kegiatan produksi pabrik aluminium oksida ini dijamin keberadaan oleh sumber daya bauksit yang dimilikinya saat ini. Natrium Hidroksida (NaOH) dari PT. Asahimas Chemical dengan kapasitas produksi 200.000 ton/tahun yang berlokasi di Cilegon, Banten.

1.4 Perancangan Kapasitas Produksi

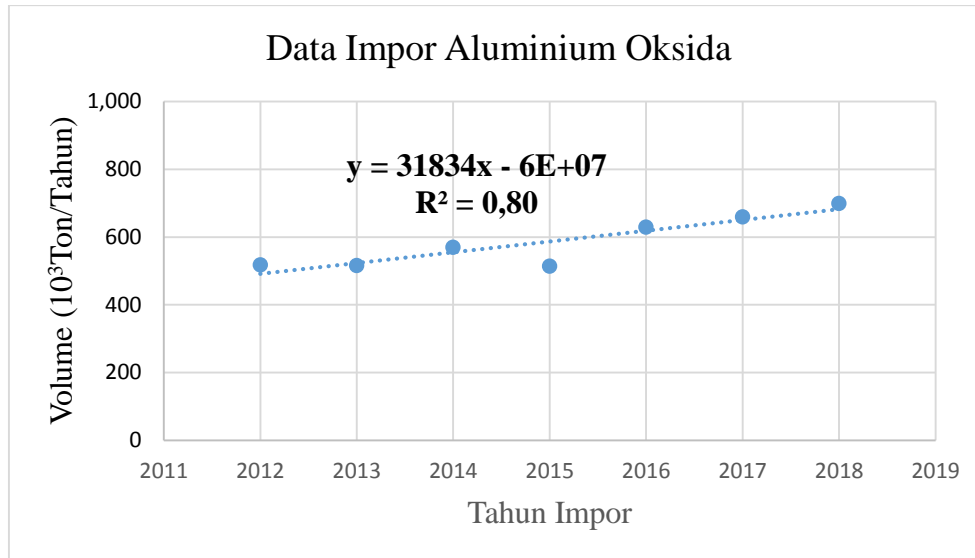
Saat ini kebutuhan aluminium oksida masih dalam skala besar, untuk itu terdapat peluang ekonomi dalam mendirikan industri aluminium oksida yaitu mengisi pasar domestik sehingga dapat memenuhi kebutuhan aluminium oksida di dalam negeri. Penentuan kapasitas dari pabrik, perlu dilakukan analisa akan kebutuhan alumina, jumlah produksi, ekspor dan impor, serta ketersediaan bahan baku. Kebutuhan alumina di Indonesia masih mengandalkan impor dari berbagai negara terutama Cina dan Australia. Pabrik aluminium oksida direncanakan beroperasi pada tahun 2024. Perkembangan ekspor, impor dan produksi di Indonesia pada tahun 2012-2018 tersaji pada tabel dibawah ini.

Tabel 1.1. Impor Aluminium Oksida

Tahun	Volume (ton)
2012	518.474,20
2013	516.189,34
2014	569.958,48
2015	514.226,53
2016	629.413,18
2017	659.991,90
2018	699.902,00

Sumber : (BPS 2019)

Berdasarkan data pada Tabel 1.1 diperoleh persamaan regresi linear seperti pada Gambar 1.1



Gambar 1.1. Kurva Regresi Linear Kebutuhan Impor Alumina di Indonesia

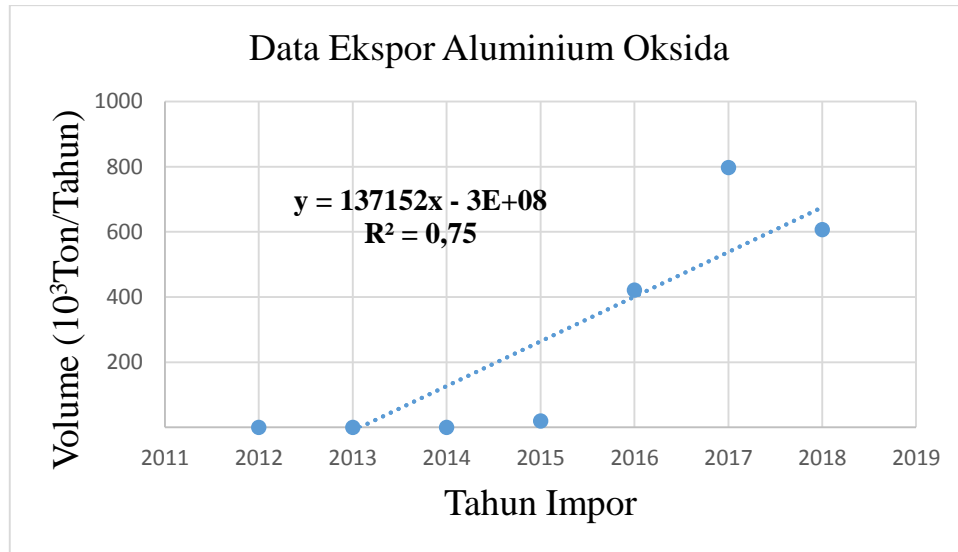
Kebutuhan impor pada tahun 2024 dapat diasumsikan berdasarkan persamaan linear yang telah diperoleh yaitu $y = 31834x - 6E+07$ adalah 874.017 ton/tahun.

Tabel 1.2. Expor Aluminium Oksida

Tahun	Volume (ton)
2012	0
2013	48,52
2014	120
2015	19.379,92
2016	421.473,30
2017	797.917,70
2018	607.717,90

Sumber : (BPS 2019)

Berdasarkan data pada Tabel 1.2 diperoleh persamaan regresi linear seperti pada Gambar 1.2



Gambar 1.2. Kurva Regresi Linear Kebutuhan Ekspor Alumina di Indonesia

Kebutuhan ekspor pada tahun 2024 dapat diasumsikan berdasarkan persamaan linear yang telah diperoleh yaitu $y = 137152x - 3E+08$ adalah 1.498.942 ton/tahun.

Tabel 1.3. Data Kapasitas Produksi Alumina yang telah berdiri di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/thn)
PT. Well Harvest Winning Alumina Refinery ¹	Kalimantan Barat	1.000.000
PT. Inalum ANTAM Alumina ²	Kalimantan Barat	1.000.000

Sumber : ¹) PT. WHWA, 2016

²) PT. Inalum, 2016

Pabrik aluminium oksida yang ada di Indonesia ada 2, dengan total produksi sebesar 2.000.000 ton/tahun.

Berdasarkan data – data di atas, dapat diambil asumsi untuk kebutuhan Aluminium Oksida dalam negeri dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Konsumsi} = (\text{Jumlah produksi dalam negeri} + \text{Impor}) - \text{Ekspor} \dots\dots\dots (1)$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi tahun 2024} &= (2.000.000 + 874.017) - 1.498.942 \\ &= 1.375.075 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa:

- a. Konsumsi aluminium oksida pada tahun 2024 diperkirakan $\pm 1.375.075$ ton/tahun
- b. Nilai impor aluminium oksida pada tahun 2024 sebesar ± 874.017

Berdasarkan data impor, dapat disimpulkan bahwa kapasitas pabrik aluminium oksida sebesar 450.000 ton/tahun, dengan pertimbangan :

- a. Memenuhi kebutuhan aluminium oksida dalam negeri pada tahun 2024 yang diprediksi mencapai 1.375.000 ton/tahun.
- b. Mengurangi 50% ketergantungan terhadap produk impor yang mencapai 875.000 ton/tahun

1.5 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor penting dalam pendirian suatu pabrik untuk keberlangsungan operasi pabrik. Banyak pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik, antara lain: penyediaan bahan baku, pemasaran produk, fasilitas transportasi, dan utilitas.

Pabrik aluminium oksida ini proyeksikan akan didirikan di Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. Pemilihan ini bertujuan untuk mendapatkan keuntungan secara teknis dan ekonomis berdasarkan pertimbangan-pertimbangan dibawah ini :

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga bahan baku sangat diprioritaskan. Bahan baku produksi aluminium oksida, berupa bauksit direncanakan diperoleh dari PT. Antam Tbk yang terletak di Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat, sedangkan bahan baku natrium hidroksida (NaOH) diperoleh dari PT. Asahimas Chemical Tbk. yang terletak di Cilegon, Banten. Letak antara pabrik dan sumber bahan baku yang dekat diharapkan agar penyediaan bahan baku dapat tercukupi, lancar dan berkesinambungan.

2. Letak pabrik dengan daerah pemasaran

Pabrik aluminium oksida ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya untuk kebutuhan luar negeri. Sanggau, Kalimantan Barat merupakan daerah kawasan industri yang mempunyai posisi strategis sehingga

mempunyai daerah pemasaran yang cukup baik terutama untuk memenuhi kebutuhan industri-industri di Indonesia.

3. Sarana dan Transportasi

Sanggau memiliki sarana transportasi yang memadai. Untuk pemasaran kekeluar negeri sarana transportasi laut sangat memadai dikarena wilayahnya tidak jauh dari pelabuhan dan dekat dengan sungai Kapuas.

4. Utilitas

Utilitas yang diperlukan seperti air, bahan baku dan tenaga listrik dapat dipenuhi:

- a. Penyediaan air, diperoleh dari Sungai Kapuas.
- b. Penyediaan tenaga listrik, diperoleh dari PLN Kalbar dan generator pabrik sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mati.

BAB X

SIMPULAN DAN SARAN

10.1. Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Aluminium Oksida (Al_2O_3) dari Bauksit dan Natrium Hidroksida dengan kapasitas 450.000 ton/tahun dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. *Percent Return on Investment* (ROI) sesudah pajak adalah 24,58 %.
2. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak adalah 2,57 tahun.
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 39,60 % dimana syarat umum pabrik di Indonesia adalah 30 – 60 % kapasitas produksi.
4. *Discounted cash flow* (DCF) sebesar 31,18 %, lebih besar dari suku bunga bank saat ini, sehingga investor akan lebih memilih untuk menanamkan modalnya ke pabrik ini dari pada ke bank.

10.2. Saran

Prarancangan Pabrik Aluminium Oksida (Al_2O_3) dari Bauksit dan Natrium Hidroksida dengan kapasitas 450.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut baik dari segi proses maupun ekonominya. Selain itu juga perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut terhadap proses dan alat presipitasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2021. www.alibaba.com. Diakses 6 Juli 2021 pukul: 13.15 WIB.
- Amalia, D., Aziz, M., Saleh, N., Yuhelda, Somantri, S. and Sofyan, Y. 2011. *Pembuatan alumina metallurgical grade dari larutan sodium aluminat melalui proses pemurnian*. Bandung.
- Amalia, D. 2014. *Kinetics Analysis for Aluminium Dissolution of West Kalimantan Bauxite through Digestion Process*. Indonesia.
- Anonimous G. 2021. www.matches.com. Diakses pada tanggal 11 Juli 2021 pukul 19.35 WIB.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistic Indonesia*. www.bps.go.id. Indonesia. Diakses 8 November 2019 pukul: 14:20 WIB.
- Budavari. 2001. *The Merck Index* 13th ed. Merck & Co Ind. New York.
- Brandzaeg, S. 2012. *Aluminium, Environment and Society*, 1-56.
- Brown G.George. 1950. *Unit Operation* 6^{ed}. Wiley & Sons. USA.
- Brownell Lloyd E. and Young Edwin H. 1959. *Process Equipment Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

- Coulson J.M., and Richardson J.F. 1983. *Chemical Engineering Volume 2 5th Edition Particle Technology and Separation Process*. Butterworth-Heinemann. Washington.
- Davis, K. 2010. *Material Review: Alumina* . 109-115.
- Duda.Walter.H, 1976, *Cement Handbook 2^{ed}* ,Allentown, Pennsylvania, USA.
- Fogler.A.H.Scott, 1999, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, Prentice Hall International Inc, New Jersey.
- Gates, B.C., Katzer, J.Z., and Schuit, G.A., 1995, *Chemistry of Catalytic Process, 1st Ed.*, CMW Gram-Hill, New York.
- Geankoplis, Christie J. 1993. *Transport Processes and unit Operation 3th Edition*. Allyn & Bacon Inc. New Jersey.
- Ghababazade, R., Mirhabibi, A., Pourasad, J., Brown, A., Brydson, A., Amiri, M.J. 2007. *Study of Phase Composition and Stability of Explosive Synthesis Nanosized Al₂O₃*. Journal Surface Science. Vol. 601, pp. 2864.
- Google Maps. 2020. www.google.com/maps. Diakses 19 Mei 2021 pukul: 17.00 WIB.
- Himmeblau,David. 1996. *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering 6th Edition*. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Hudson, L. K. 2002. *Aluminium Oxide Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* . Willey.

- Igor. J. Karassik, Joseph P. Messina, Paul Cooper, Charles C. Heald. 2001. *Pump Handbook. Third Edition*. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Joshi, M.V. 1981. *Process Equipment Design. 2 ed*. Bombay, Delhi: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Kementrian Perdagangan. 2013. kemendag.go.id. Indonesia. Diakses 5 November 2019 pukul: 16.00 WIB.
- Kementrian Perindustrian. 2018. kemenperin.go.id. Indonesia. Diakses 9 November 2019 pukul: 19.34 WIB.
- Kern.D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Knozinger, H., Ratnasamy, and Catal, P. 1978. *Pulse Electric Current Sintering and Strength of Sintered Alumina Using γ -Alumina Powders Prepared by the Sol-gel Method*. Journal of Science Enggenering. Vol. 17, pp. 31.
- Kirk, R.E and Othmer, D.F., 1980, "Encyclopedia of Chemical Technologi", 2nd ed., John Wiley and Sons Inc., New York.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering 3rd edition*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Metcalf dan Eddy, Inc., 1991, *Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse*, 3rd ed., New York, Mc Graw Hill Inc.
- Mc. Cabe W.L. and Smith J.C., 1985. *Operasi Teknik Kimia*. Erlangga. Jakarta.

Mirjalili, F., Hasmaliza, M., Luqman, C. 2011. *Preparation of Nano Scale α -Al₂O₃ Powder by The Sol Gel Method*. Ceramic Silikaty. Vol. 55, No. 4, pp. 378-38.

MSDS Bauxite. 2010. *Bauxite Meterial Safety Data Sheet Rio Rinto Alcan*.

Neptune Engineering For Future. 2021. www.neptune-india.com. Diakses 25 Juli 2021 pukul: 11.00 WIB.

Perry, Robert H and Don W. Green. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th edition*. McGraw Hill. New York.

Pertamina. 2021. pertamina.com. Diakses 25 Juli 2021 pukul: 20.00 WIB.

PLN. 2021. web.pln.co.id. Diakses 26 Juli 2021 pukul: 10.46 WIB.

Rase, H.F., 1977, "*Chemical Reactor Design for Process Plant*", John Willey and Sons Inc., New York.

Satterfield, C. N., 1980, *Heterogenous Catalysis in Praticce*, McGraw-Hill Book Company, New York.

Smith, J.M., H.C. Van Ness, and M.M. Abbott. 2006. *Chemical Engineering Thermodynamics 7th edition*. McGraw Hill : New York.

Timmerhaus, Klaus D., Max S. Peters, and Ronald E. West. 1991. *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3th edition*. Mc-Graw Hill Book Company. New York.

Treyball, R.E. 1981. *Mass Transfer Operation 3rd edition*. McGraw-Hill, Kogakusha, Ltd., Tokyo.

Ulmann, 2007. "*Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*". VCH Verlagsgesell Scahft, Wanheim, Germany.

Ulrich.G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc. New York.

Walas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heinemann. Washington.

Xu, Z., Xiao, F.S., Purnell, S.K., Alexeev, O., Kawi, S., Deutsch, S.E., and Gates, B.C. 1994. *Sol-gel Synthesis of Transparent Alumina Gel and Pure Gamma Alumina by Urea Hydrolysis of Alumina Nitrate*. Journal Matterial Science. Vol. 10, pp. 485-490.

Yaws, Carl L. 1996. *Handbook of Chemical Compound Data for Process Safety*. Gulf Publishing Company. Huston, Texas.